

Sähköasemien laitetietojen laadun mittaus

Johannes Koski

Opinnäytetyö
Tammikuu 2018
Tekniikan ja liikenteen ala
Insinööri (AMK), automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Sähkövoimatekniikka

Tekijä(t) Koski, Johannes	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Tammikuu 2018
	Sivumäärä 47	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Sähköasemien laitetietojen laadun mittaus		
Tutkinto-ohjelma Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Sirpa Hukari, Pasi Puttonen		
Toimeksiantaja(t) Fingrid Oyj		
Tiivistelmä <p>Omaisuu denhallinta on tärkeää yrityksille, jotta omaisuuden arvo voidaan hyödyntää tehokkaasti. Fingridin omaisuuden jälleenhankinta-arvo on 4,5 miljardia euroa ja omaisuuslajeja ovat sähköasemat, voimajohdot ja varavoimalaitokset. Suuren omaisuusmäärän vuoksi omaisuudenhallinta on tärkeää ja tiedon laatuun on alettu panostamaan Fingridillä entistä tehokkaammin. Fingridillä on 116 kpl sähköasemia ja niiden laitetiedot löytyvät Maximo omaisuudenhallintajärjestelmästä. Työn tavoitteena oli määritellä, kuinka sähköasemien laitetietojen laatua voidaan mitata.</p> <p>Työssä tutkittiin tiedon laadun määritelmien avulla sähköasemien laitetietoja ja suoritettiin erilaisia hakuja Maximon tietokantaan. Hakujen avulla listattiin laitteiden teknisiä tietoja ja tarkasteltiin niiden arvoalueita. Laitetiedoista etsittiin virheellisesti syötettyjä tietoja ja tätä kautta pohdittiin menetelmiä, joilla tiedon laatua voitaisiin mitata.</p> <p>Tuloksena saatiin selvitys tiedon laadun mittaustavoista ja niiden soveltuvuudesta sähköasemien primäärilaitteiden laitetiedoille. Työssä selvitettiin myös tärkeimpiä laitetietoja, joita tiedon laadun mittarissa voidaan hyödyntää. Lisäksi esitettiin vaihtoehtoinen tapa rakentaa tiedon laadun mittari.</p> <p>Tehtyjen selvitysten pohjalta voidaan rakentaa tiedon laadun mittari sähköasemien primäärilaitteille. Mittari toimii myös hyvänä työkaluna tietojen päivityksessä, kun halutaan etsiä virheitä laitetiedoista.</p>		
Avainsanat (asiasanat) tiedon laatu, laitetiedot, sähköasema, primäärilaitteet		
Muut tiedot		

Author(s) Koski, Johannes	Type of publication Bachelor's thesis	Date January 2018 Language of publication: Finnish
	Number of pages 47	Permission for web publication: x
Title of publication Measuring quality of device data in substations		
Degree programme Automation Engineering		
Supervisor(s) Hukari Sirpa, Puttonen Pasi		
Assigned by Fingrid Plc		
Abstract <p>Asset management is important for companies in order to make the value of the asset effective. The replacement value of Fingrid's assets is 4.5 billion euros and the asset types are substations, power lines and reserve power plants. Due to the large amount of assets, asset management is important and Fingrid has started to invest in the quality of the data more effectively. Fingrid has 116 substations and the device data is available on the Maximo asset management system. The aim of the thesis was to determine how the quality of device data can be measured.</p> <p>In the thesis, data quality definitions were used to examine the device data of the substations and various searches were made in the Maximo database. These searches were used to list the technical information of the devices and to examine their value ranges. Incorrect data was searched from the listed device data and this was used to help find ways to measure the quality of data.</p> <p>The result was a study of the measurement methods of data quality and their suitability for the device data of the primary devices in the substations. The most important device data was also studied to be utilized in the data quality meter. In addition, an alternative way to build a data quality meter was presented.</p> <p>Based on the studies, a data quality meter for primary devices can be built. The meter also serves as a good tool for updating data when errors in device data need to be found.</p>		
Keywords/tags (subjects) quality of the data, device data, substation, primary device		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto	4
1.1	Työn lähtökohdat	4
1.2	Tavoite	4
2	Fingrid Oyj	5
3	Sähköasemien primäärilaitteet	7
3.1	Kytkinlaitteet	7
3.1.1	Katkaisija	7
3.1.2	Erotin	8
3.2	Tehomuuntajat	9
3.3	Mittamuuntajat	10
3.3.1	Jännitemuuntaja	10
3.3.2	Virtamuuntaja	12
3.4	Kompensointilaitteet	13
4	OmaisuuDENhallinta	15
4.1	OmaisuuDENhallintajärjestelmä	15
4.2	SQL kieli	16
4.3	Tiedonkeruu Fingridin omaisuuDENhallintajärjestelmään	16
5	Tiedon laatu ja sen mittausmenetelmät	17
5.1	Huono data	18
5.2	Datan validointi	19
5.2.1	Säännöt ja tyyppivaatimukset	19
5.2.2	Muusta joukosta poikkeavat arvot	20
6	Mittausmenetelmien testaus ja valinta	22
6.1	Yhteiset omaisuuStiedot	22

	2
6.2 Laitetietojen luokittelu ja tärkeyden määrittäminen.....	23
6.3 Sääntöjen testaaminen ja valinta	24
7 Mittaustulokset.....	25
7.1 Taulukon selitykset.....	25
7.2 Katkaisijat	26
7.3 Erottimet	26
7.4 Virtamuuntajat	27
7.5 Jännitemuuntajat	28
8 Mittarin toteutus.....	29
8.1 Käytettävät laitetiedot	30
8.2 Väärät virheet.....	31
9 Pohdinta.....	32
Lähteet	34
Liitteet.....	36
Liite 1. Omaisuustiedot	36
Liite 2. Virtamuuntajat	37
Liite 3. Jännitemuuntajat.....	38
Liite 4. Katkaisijat.....	39
Liite 5. Ylijännitesuojat	40
Liite 6. Erottimet ja maadoituskytkimet.....	41
Liite 7. Katkaisijan ja erottimen ohjaimet	42
Liite 8. Sarjakondensaattorit	43
Liite 9. Rinnakkaiskondensaattorit	44
Liite 10. Suojakondensaattorit.....	45
Liite 11. Läpivientieristimet	46
Liite 12. Rinnakkaisreaktorit	47

Kuviot

Kuvio 1. Fingrid Oyj:n voimansiirtoverkko (Suomen sähköjärjestelmä n.d.)	6
Kuvio 4. Erotin ja maadoituskytkimet (Omaisuuustiedot 2017.)	9
Kuvio 2. Maximon laitetiedot (Tekniset tiedot 2017.)	16
Kuvio 3. Katkaisijoiden tiedonkeruulomake (Tiedonkeruulomake 2017.)	17
Kuvio 5. Muusta joukosta poikkeava piste	20

Taulukot

Taulukko 1. Mitoitusjännitekertoimet (ABB:n TTT-käsikirja 2000-07.)	11
Taulukko 2. Mittauskäämin tarkkuusluokat (ABB:n TTT-käsikirja 2000-07.)	12
Taulukko 3. Suojaus- ja avokolmiokäämin tarkkuusluokat (ABB:n TTT-käsikirja 2000-07.)	12
Taulukko 4. Mittaussydämen tarkkuusluokat (ABB:n TTT-käsikirja 2000-07.)	13
Taulukko 5. Suojaussydämen tarkkuusluokat (ABB:n TTT-käsikirja 2000-07.)	13
Taulukko 6. Rajojen määrittäminen	21
Taulukko 7. Arvoalueet	24
Taulukko 8. Katkaisijoiden virheet ja poikkeamat	26
Taulukko 9. Erottimien virheet ja poikkeamat	27
Taulukko 10. Virtamuuntajien virheet ja poikkeamat	28
Taulukko 11. Jännitemuuntajien virheet ja poikkeamat	28

1 Johdanto

1.1 Työn lähtökohdat

OmaisuuDENhallinta on tärkeää yrityksille, jotta omaisuuden arvo voidaan hyödyntää tehokkaasti. OmaisuuDENhallinnalla halutaan saavuttaa kustannusten, riskien ja toiminnan tason välille tasapaino. OmaisuuDENhallinnasta saatavia hyötyjä ovat muun muassa parempi tehokkuus ja vaikuttavuus, sekä hallinnassa olevat riskit. (SFS-ISO 55000:2014, 10.) Fingridin omaisuuden jälleenhankinta-arvo on 4,5 miljardia euroa. OmaisuuDSLajeja ovat sähköasemat, voimajohdot ja varavoimalaitokset. (Stenstrand n.d.) Suuren omaisuusmäärän vuoksi omaisuudenhallinta on erittäin tärkeää ja tiedon laatuun Fingridillä on alettu panostamaan entistä tehokkaammin.

Fingridillä on 116 kpl sähköasemia ja niiden laitetiedot löytyvät Maximo omaisuudenhallintajärjestelmästä. Kesän 2017 aikana valokuvattiin suurin osa sähköasemien laitteista ja niiden teknisistä laitekilvistä. Maximo järjestelmän laitetiedot tarkastettiin ja korjattiin vastaamaan laitekilvissä olevia tietoja.

Seuraava tarkastelun kohde tiedon laadussa on tiedon laadun tila ja sen kehitys. Näistä on saatavilla vain arvio. Tiedon laatua ja sen kehitystä on pystyttävä seuraamaan, jotta siihen voidaan tarvittaessa puuttua ja resursoinnit tehdä järkevästi. Maximon kautta toimii muun muassa laitehuollot ja voidaan laskea verkon arvoja, joten on erityisen tärkeää, että laitetiedot ovat kunnossa.

1.2 Tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena oli määritellä, kuinka sähköasemien laitetietojen laatua voidaan mitata. Työ aloitettiin tutkimalla sähköasemien laitetietoja ja selvittämällä niiden tärkeimmät ja kriittisimmät tiedot, joita tiedon laadun mittauksessa voidaan hyödyntää. Työssä perehdyttiin tiedon laatuun ja sen määritelmiin, sekä datan validointiin tietokannoissa. Tavoitteena oli selvittää, mitkä datan validoinnin menetelmät soveltuvat tiedon laadun mittaukseen ja mitä menetelmiä tässä työssä voitaisiin soveltaa, jotta järkevä tiedon laadun mittaus saadaan rakennettua. Tietoperustana

työssä käytettiin alan kirjallisuutta, standardeja, eri verkkojulkaisuja ja asiantuntijoiden haastatteluita.

Tehdyt selvitykset mahdollistavat tiedon laadun mittarin rakentamisen, jonka toteuttaa Fingridin omaisuuden digitalisointi yksikkö. Mittarin tarkoituksena on voida seurata laadun kehitystä ja nähdä laadun nykyinen tila. Laadun mittarista tulee nähdä laadun tila esimerkiksi prosentteina ja sen lisäksi mahdolliset virheet ja puutteet, jotka voidaan eritellä tiedon tärkeyden mukaan. Tätä kautta virheisiin päästään käsiksi ja ne voidaan tarvittaessa korjata.

Työ rajattiin sähköasemien primäärilaitteiden tietojen tarkasteluun, koska ne ovat selkeä kokonaisuus ja aiheesta tulisi muuten liian laaja. Samaa periaatetta voidaan kuitenkin jatkossa käyttää muidenkin laitteiden tiedon laadun mittaukseen.

2 Fingrid Oyj

Fingrid on vuonna 1996 perustettu suomalainen kantaverkkoyhtiö, jonka operatiivinen toiminta alkoi vuonna 1997. Yritys sai alkunsa vuonna 1995 voimaan tulleesta sähkömarkkina- ja edellytti sähkönsiirtoa koskevan hallinnon eriyttämistä sähkönsiirron tuotannosta ja myynnistä. (Tähtinen n.d.) Fingrid vastaa sähkönsiirron suunnittelusta, valvonnasta, sekä verkon ylläpidosta ja kehittämisestä Suomen kantaverkossa. Henkilöstöä yrityksessä oli vuoden 2016 lopussa 334 henkeä. Fingridin pääkonttori sijaitsee Helsingissä, jonka lisäksi toimipaikkoja on Hämeenlinnassa, Rovaniemellä, Oulussa, Petäjävedellä ja Varkaudessa. (Esittely n.d.)

Kantaverkko on Suomen sähkönsiirron runkoverkko, joka sai alkunsa 1920-luvun lopulla. Ensimmäinen 110 kV suurjännitelinja otettiin käyttöön Imatran ja Turun välillä vuonna 1929 ja nimettiin Rautarouvaksi. Nykyään kantaverkon voimajohtojen yhteispituus on noin 14 200 km ja vuonna 2015 Fingridin verkossa sähköä siirrettiin 67,9 TWh, joka on 82,5 prosenttia Suomen kokonaissähkönsiirrosta. (Suomen sähköjärjestelmä n.d.)

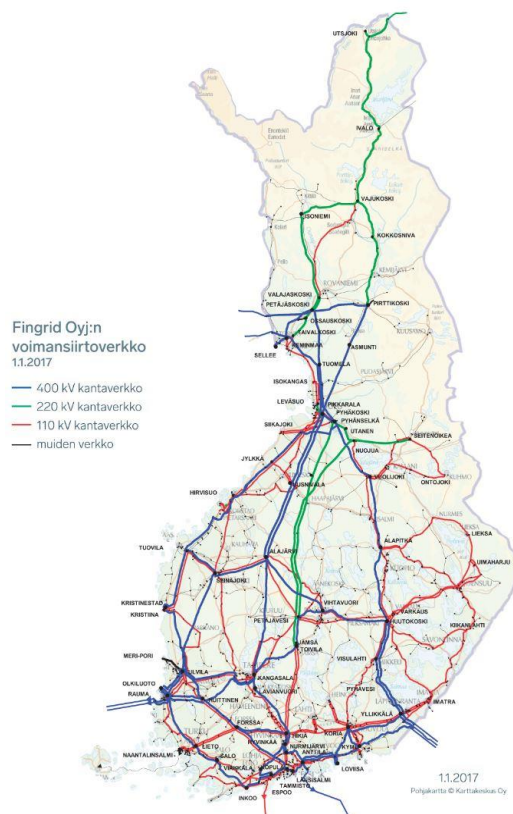
Kantaverkko koostuu 400 kV, 220 kV ja 110 kV voimajohtoista sekä sähköasemista, jotka on kuvattu kuviossa 1. Kantaverkossa käytetään suuria jännitetasoja häviöiden

pienentämiseksi, koska siirtoyhteydet ovat pitkiä. Kantaverkko on pääasiassa ilma-risteinen, jolloin sähköasemat ovat rakennettu ulos ja voimajohtot ovat avojohtoja. Kaapeleiden käyttö on vähäistä ja se on pitkillä siirtoyhteyksillä kohtuuttoman kallista. (Suomen sähköjärjestelmä n.d.)

Kantaverkkoon suoraan liittyvät pääasiassa suuret voimalaitokset, tehtaat ja alueelliset jakeluverkot. Suomen kantaverkko on osana yhteispohjoismaista sähköjärjestelmää, johon kuuluvat Ruotsin, Norjan ja Itä-Tanskan järjestelmät. Suomesta on myös sähkönsiirtoyhteydet Viroon ja Venäjälle. (Suomen sähköjärjestelmä n.d.)

Suomen kantaverkko lukuina:

- 400 kV voimajohtoja 4600 km
- 220 kV voimajohtoja 2200 km
- 110 kV voimajohtoja 7600 km
- 116 sähköasemaa (Suomen sähköjärjestelmä n.d.).



Kuvio 1. Fingrid Oyj:n voimansiirtoverkko (Suomen sähköjärjestelmä n.d.)

3 Sähköasemien primäärilaitteet

Sähköasemat ovat tärkeitä sähköverkon solmukohtia, joissa sähköä voidaan jakaa eri johdoille. Sähköasemat jaetaan kytkinlaitoksiin, jotka yhdistävät ainoastaan saman jännitetason johtoja ja muuntoasemiin, joissa voidaan yhdistää eri jännitetasoja muuntajien avulla. Sähköasemat sisältävät paljon eri laitteita, joista tärkeimpiä ensiöpuolen laitteita ovat muuntajat, kytkinlaitteet, mittamuuntajat ja kompensointilaitteet. (Elovaara & Haarla 2011, 76). Käyn läpi yleisesti edellä mainitut laitteet ja niiden ominaisuuksia. Käsittelen nimenomaan kantaverkon sähköasemilla käytettäviä laitteita ja työn kannalta tärkeimpiä tietoja.

3.1 Kytkinlaitteet

Kytkinlaite on yleisnimike, jota käytetään sähköverkon katkaisijoille ja erottimille, joiden tehtävänä on kytkeä ja erottaa virtapiirejä toisistaan. Katkaisijan ja erottimen tehtävä on näennäisesti samankaltainen, mutta niiltä vaaditaan kuitenkin erilaisia ominaisuuksia, joista merkittävin on virrankatkaisukyky. Erottimiin ja nykyään erottaviin katkaisijoihin voidaan liittää maadoituskytkin, jonka tehtävänä on maadoittaa verkon osa turvallista työskentelyä varten. (Laasonen, Saarinen, Sederlund, Sulamaa, Uusitalo, Uusitalo & Yli-Salomäki 2011, 457).

3.1.1 Katkaisija

Katkaisijan tulee kyetä normaali- sekä vikatilanteessa vaurioitumatta avaamaan ja sulkemaan virtapiiri. Katkaisijan tulee kestää virtapiirin oikosulku- ja maasulkutilanteet, joissa virta on moninkertainen verrattuna katkaisijan mitoitusvirtaan. (Elovaara & Haarla 2011, 162-163.)

Katkaisijat voidaan luokitella katkaisuväliaineen perusteella paineilmakatkaisijoihin, öljykatkaisijoihin, vähäöljykatkaisijoihin ja kaasukatkaisijoihin. Näistä tärkein on SF₆ kaasukatkaisija ja nykyään kaikki uudet katkaisijat ovat SF₆ kaasukatkaisijoita. SF₆ kaasulla on hyvät ominaisuudet, kuten hyvä jännitelujuus ja valokaaren jäähdytyskyky. (Laasonen ym. 2011, 458-461.)

Katkaisijalta vaadittavat ominaisuudet ja arvot riippuvat sen asennuskohteesta. Kyt-kettävänä verkon osana voi olla esimerkiksi voimajohto, reaktori tai kondensaattori. Katkaisijan tärkeimpiä ominaisuuksia ovat:

- nimellisvirta ja -jännite
- katkaisukyky
- sulkemiskyky
- avauskerroin
- palaavan jännitteen kestoisuus
- syöksyjännitelujuus
- kytkentäjännitelujuus
- vaihtojännitelujuus (Laasonen ym. 2011, 457.)

3.1.2 Erotin

Erotin muodostaa turvallisen ja luotettavan avausvälin erotetun virtapiirin ja muun verkon osan välille, jotta voidaan työskennellä turvallisesti. Erottimen avausvälin tulee olla näkyvä, tai tilatieto muuten nähtävissä luotettavalla mekaanisella asennon-osoituksella. Erottimen valintaan vaikuttavat muun muassa käyttökohde ja tilan tarve. Yleisimpiä erotin tyyppejä ovat kiertoerotin, saksierotin, vertikaalinen polviero-tin, horisontaalinen polvieroitin ja vertikaalierotin. (Laasonen ym. 2011, 466.)

Eroittimilla on yleensä suuremmat virtakestoisuusvaatimukset verrattuna sähköase-mien todellisiin kuormitus- ja oikosulkuvirtoihin. Tärkeitä ominaisuuksia ja virta-alu-eita ovat nimellisvirta, joka on sähköasemilla usein 2500 A - 3150 A ja terminen kes-tovirta välillä 31,5 kA - 40 kA, sekä dynaaminen kestovirta, joka on 2,5 kertaa termi-nen kestovirta. Terminen kestovirta on oikosulkuvirran suurin tehollisarvo, jonka kyt-kinlaite kestää lyhytaikaisesti suljettuna. Dynaaminen kestovirta on epäsymmetrisen oikosulkuvirran huippuarvo, jonka kytkinlaite kestää suljettuna. Suomessa lisävaati-muksena erottimille on toiminta alhaisissa lämpötiloissa, tyypillisesti -40 astetta tai -50 astetta. (Laasonen ym. 2011, 466-470.)

Maadoituskytkimet ovat tavallisesti liitetty erottimiin, joko vain toiselle puolella tai molemmin puolin. Maadoituskytkimillä toteutetaan työkohteen oikosulkukestoisen maadoittaminen. (Laasonen ym. 2011, 466.) Kuviossa 4. on esitetty kiertoerotin, jo-hon liittyy maadoituskytkin molemmin puolin.



Kuvio 2. Erotin ja maadoituskytkimet (Omaisuuustiedot 2017.)

3.2 Tehomuuntajat

Voimansiirrossa käytetään teknistaloudellisesti mahdollisimman korkeita jännitteitä häviöiden vähentämiseksi. Muuntajia tarvitaan, jotta saadaan siirrettyä tehoa alemmasta jännitetasosta ylempään ja toisinpäin. Kantaverkossa käytetään tyypillisesti kolmikäämi 400/110/21 kV ja 400/220/21 kV muuntajia, joiden nimellisteho on 400/400/125 MVA. Muuntajan 21 kV tertiärikäämistä käytetään loistehon kompensointiin. Kytkentäryhmä kuvaa muuntajan vaihekäämien kytkentätapaa ja kantaverkon muuntajilla se on tyypillisesti YNyn0d11. (Laasonen ym. 2011, 412-413.)

Muuntaja sisältää rautasydämen sekä galvaanisesti erotetut alemman ja ylemmän jännitetaso käämitykset. Teho siirtyy tällöin magneettisen induktion välityksellä jännitetasolta toiselle. (Laasonen ym. 2011, 412.) Yksivaiheiselle ideaalimuuntajalle pätee kaava 1.

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{N_2}{N_1} \quad (1)$$

missä

U_1 = ensiöpuolen jännite (V)

U_2 = toisiopuolen jännite (V)

N_1 = ensiöpuolen käämin kierrosluku

N_2 = toisiopuolen käämin kierrosluku

Toisiopuolen jännitetasoa saadaan muutettua lisäämällä tai vähentämällä ensiö- tai toisiökäämin kierroslukua. Kantaverkon muuntajilla muutos tehdään ensiöpuolella. (Laasonen ym. 2011, 412.)

3.3 Mittamuuntajat

Käytetyimmät mittamuuntajat ovat jännite- ja virtamuuntajat. Mittamuuntajien tehtävänä on alentaa virta- ja jännitearvot mitta- ja suojalaitteille sopiviksi, koska niiden rakentaminen suurille virroille ja jännitteille on teknisesti hankalaa ja kallista. (Korpinen n.d.)

3.3.1 Jännitemuuntaja

Jännitemuuntajan tehtävänä on syöttää jännitettä mitta- ja suojalaitteille, sekä erityistapauksissa sitä voidaan käyttää pienimuotoiseen tehonsyöttöön. Jännitteen mittaus voidaan toteuttaa eri tavoilla ja yleisesti käytössä olevia mittausmenetelmiä ovat resistiivinen jänniteenjakaaja, kapasitiivinen jänniteenjakaaja, magneettinen jännitemuuntaja ja kapasitiivinen jännitemuuntaja. (Laasonen ym. 2011, 440.) Jännitemuuntajalle tärkeitä ominaisuuksia ovat mm. eristystaso, mitoitustaajuus, mitoitusjännitteet, mitoitusjännitekerroin, mitoitustaakka ja tarkkuusluokka. (ABB:n TTT-käsikirja 2000-07.)

Jännitemuuntajalla mitoitusjännitekertoimen ja mitoitusensiöjännitteen tulolla saadaan suurin ensiöjännite, jonka muuntajan on kestävä määrätyn ajan. Jännitekerroimen suuruus vaihtelee verkon maadoitustavasta ja siitä millä tavalla muuntajan ensiökäämi on kytketty verkkoon. Jännitekerroimen standardiarvoja on esitettyinä taulukossa 1. (ABB:n TTT-käsikirja 2000-07.)

Taulukko 1. Mitoitusjännitekertoimet (ABB:n TTT-käsikirja 2000-07.)

Nimellisjännitekerroin	Aika	Ensiön kytkentä ja verkon maadoitus
1,2	Jatkuva	Vaiheiden välissä kaikissa verkoissa. Tehomuuntajan tähtipisteen ja maan välissä kaikissa verkoissa
1,2	Jatkuva	Vaiheen ja maan välissä tehollisesti maadoitetuissa verkoissa
1,5	30 s	
1,2	Jatkuva	Vaiheen ja maan välissä ei-tehollisesti maadoitetussa verkossa, jossa on automaattinen maasulkulaukaisu
1,9	30 s	
1,2	Jatkuva	Vaiheen ja maan välissä maasta erotetussa tai sammutetussa verkossa, jossa ei ole automaattista maasulkulaukaisua.
1,9	8 h	

Mitoitustaakka kertoo kuormituksen suurimman admittanssin, jolla jännitemuuntaja voidaan kuormittaa sen tarkkuusluokassa. Jännitemuuntajan mitoitustaakka ilmoitetaan näennäistehoina, jotka on standardoitu. Näennäistehon arvo saadaan kertomalla mitoitustaakan admittanssi Y mitoitustoisiojännitteen U neliöllä. (ABB:n TTT-käsikirja 2000-07.) Kantaverkossa käytetään induktiivisilla jännitemuuntajilla 100 VA ja kapasitiivisilla jännitemuuntajilla 30 VA arvoja. (Laasonen ym. 2011, 442.)

Tarkkuusluokka määräytyy mittauksen ja suojausten asettamien vaatimusten mukaan. Tarkkuusluokka kertoo sallitut jännite- ja kulmavirheet. (Laasonen ym. 2011, 443.) Jännitevirhe on määritelty kaavalla 2.

$$\text{Jännitevirhe} = \frac{K_n \cdot U_s - U_p}{U_p} \cdot 100\% \quad (2)$$

missä

$$K_n = \text{mitoitusmuuntosuhde} = U_{pn}/U_{sn}$$

U_p = todellinen ensiöjännite

U_s = todellinen toisiojännite, kun ensiökäämi on kytketty jännitteeseen U_p (Laasonen ym. 2011, 443.)

Taulukossa 2. on esitetty mittauskäämin tarkkuusluokat ja taulukossa 3. suojaus- ja avokolmiokäämin tarkkuusluokat (ABB:n TTT-käsikirja 2000-07). Näistä arvoista käytetään Suomessa yleensä mittaukselle 0,2 ja suojaukselle 3P (Laasonen ym. 2011, 443).

Taulukko 2. Mittauskäämin tarkkuusluokat (ABB:n TTT-käsikirja 2000-07.)

Luokka	Jännitevirhe ± %	Kulmavirhe ± min
0.1	0,1	5
0.2	0,2	10
0.5	0,5	20
1	1,0	40
3	3,0	-

Taulukko 3. Suojaus- ja avokolmiokäämin tarkkuusluokat (ABB:n TTT-käsikirja 2000-07.)

Luokka	Jännitevirhe ± %	Kulmavirhe ± min
3P	3,0	120
6P	6,0	240

3.3.2 Virtamuuntaja

Virtamuuntajan tehtävänä on syöttää ja muuntaa virta sopivaksi toisiopuolen mittareille ja releille. Virtamuuntajan tärkeimpiä ominaisuuksia ovat terminen ja dynaaminen mitoitusvirta, jotka on selitetty kappaleessa 4.1.2, eristystaso, nimellijännite ja -taajuus, mitoitusensiö- ja toisiovirrat, virta-alueen laajennuskerroin, mitoitustaakka, tarkkuusluokka ja mittarivarmuuskerroin. (ABB:n TTT-käsikirja 2000-07.) Virtamuuntajissa on yleensä useampi sydän, koska mittauksen ja suojauksen vaatimukset ovat erilaiset. Tyypillisesti kantaverkon virtamuuntajissa on yksi mittaussydän ja kolme suojaussydäntä. (Laasonen ym. 2011, 447.)

Mitoitusensiövirrat ovat standardisoituja ja suositeltavimpia arvoja ovat 10 A, 15 A, 20 A, 30 A, 50 A, 75 A ja näiden kymmenpotenssikerrannaiset ja -osat. Vastaavasti toisiovirran suositeltavat standardi arvot ovat 1 A ja 5 A. (ABB:n TTT-käsikirja 2000-07.) Ensiövirta on tyypillisesti muutettavissa muuttamalla virtamuuntajan kytkentää, josta esimerkkinä 1500 A - 3000 A/1 A kytkentävaihtoehdot (Laasonen ym. 2011, 450).

Mitoitustaakka kuvaa kokonaisimpedanssia toisioliittimien välissä ja se ilmoitetaan voltiampeereina nimellisvirralla. Arvot ovat myös standardoituja 2,5 VA; 5,0 VA; 10 VA; 15 VA; 30 VA; 45 VA ja 60 VA. (Laasonen ym. 2011, 450.)

Virta-alueen laajennuskerroin on ensiövirta, jolla virtamuuntajan lämpenemät pysyvät sallituissa rajoissa. Kantaverkossa käytetään arvoja 120 prosenttia ja 150 prosenttia. (Laasonen ym. 2011, 450.)

Tarkkuusluokka kertoo virtamuuntajan mittaustarkkuuden ja mittaukseen, sekä suojaukseen on omat luokat, jotka on esitetty taulukoissa 4. ja 5 (ABB:n TTT-käsikirja 2000-07).

Taulukko 4. Mittaussydämen tarkkuusluokat (ABB:n TTT-käsikirja 2000-07.)

Luokka	Virtavirhe ± %					Kulmavirhe ± min			
	$I_p = I_{pn} \times$					$I_p = I_{pn} \times$			
	0,05	0,2	0,5	1,0	1,2	0,05	0,2	1,0	1,2
0.1	0,4	0,2		0,1	0,1	15	8	5	5
0.2	0,75	0,35		0,2	0,2	30	15	10	10
0.5	1,5	0,75		0,5	0,5	90	45	30	30
1	3,0	1,5		1,0	1,0	180	90	60	60
3			3,0		3,0				
5			5,0		5,0				

Taulukko 5. Suojaussydämen tarkkuusluokat (ABB:n TTT-käsikirja 2000-07.)

LUOKKA	Mitoitusensiövirtaa ja mitoitus- taakkaa vastaava	
	virtavirhe	kulmavirhe
5P	± 1 %	± 60 min
10P	± 3 %	- 1)

3.4 Kompensointilaitteet

Kapasitiivinen ja induktiivinen kuorma aiheuttavat loistehoa sähköverkkoon ja sen siirtäminen synnyttää häviöitä. Loisteho voidaan kompensoida, jolloin sitä ei tarvitse siirtää sähköverkossa. (Viljanen 2009). Kompensointilaitteet ovat sähköverkon kanssa joko sarjaan- tai rinnankytkettyjä loistehon kompensointiin käytettyjä reaktoreita sekä kondensaattoreita. Kompensoinnilla pidetään verkon jännite sallituissa rajoissa,

kasvatetaan siirtokykyä ja parannetaan verkon stabiilisuutta sekä dynaamista käyttäytymistä. (Laasonen ym. 2011, 489.)

Kantaverkon rinnakkaisreaktorit ovat pääasiassa ilmasydämissä ja kytkettynä muuntajien 21 kV tertiäärikäämeihin. Reaktorit ovat kolmivaiheisia ja koottu kolmesta yksivaiheisesta kelasta. Rinnakkaisreaktoreita käytetään kompensoimaan 400 kV ja 220 kV johtojen ylimääräinen loisteho pienen kuorman aikana. (Elovaara & Haarla 2011, 225-227.) Reaktorin kuluttama loisteho Q voidaan laskea kaavalla 3.

$$Q = \left(\frac{U}{U_R}\right)^2 \cdot Q_R \quad (3)$$

missä

U = verkon jännite

U_R = reaktorin mitoitusjännite

Q_R = reaktorin mitoitusteho (Elovaara & Haarla 2011, 227).

Rinnakkaiskondensaattorit liittyvät verkkoon katkaisijalla ja ne on kytketty kantaverkossa 110 kV jännitteeseen. Rinnakkaiskondensaattoreita käytetään loistehon tuotantoon ja nostamaan verkon jännitettä. Kondensaattoriparisto koostuu yksivaiheisista kondensaattoriyksiköistä, joita on kytketty sarjaan ja rintaan. Sarjassa olevien yksiköiden määrä lasketaan verkon nimellisjännitteen mukaan, ja rintaan kytkettyjen yksiköiden määrä valitaan halutun tehon perusteella. (Laasonen ym. 2011, 492.) Rinnakkaiskondensaattorin tuottama loisteho Q voidaan laskea kaavalla 4.

$$Q = \omega \cdot C \cdot U^2 = \left(\frac{U}{U_R}\right)^2 \cdot Q_R \quad (4)$$

missä

ω = verkon kulmataajuus

C = kondensaattorin kapasitanssi

U = verkon jännite

U_R = kondensaattorin mitoitusjännite

Q_R = kondensaattorin mitoitusteho (Elovaara & Haarla, 2011, 229-230).

Sarjakondensaattoreita tarvitaan pitkällä siirtoyhteyksillä, koska johdot ottavat kuormittuessaan verkosta loistehoa. Sarjakondensaattorit kytketään johdon kanssa sarjaan ja tätä kautta voidaan suurentaa johdon siirtokykyä pienentämällä sen reaktanssia. (Elovaara & Haarla, 2011, 232.) Sarjakondensaattorin tuottama loisteho voidaan laskea kaavalla 5.

$$Q_{SC} = 3 \cdot X_{SC} \cdot I^2 \quad (5)$$

missä

X_{SC} = sarjakondensaattorin reaktanssi = $1/\omega C$

C = sarjakondensaattorin kapasitanssi

I = johdon/sarjakondensaattorin läpi kulkeva virta (Kantaverkon käsikirja, 2011, 494).

4 OmaisuuDENhallinta

OmaisuuDEN ja sen hallinnan tarve vaihtelee organisaatiosta riippuen. Vaikuttavia tekijöitä ovat mm. organisaation ominaisuudet ja niiden tarkoitus, toimintaympäristö, taloudelliset rajoitteet ja viranomaisten vaatimukset, sekä organisaation ja sen sidosryhmien tarpeet ja odotukset. OmaisuuDEN tehokas hyödyntäminen edellyttää omaisuuDEN ohjausta ja hallinnointia. (SFS-ISO 55000:2014, 8.)

4.1 OmaisuuDENhallintajärjestelmä

IBM Maximo on omaisuuDENhallintajärjestelmä, jolla voidaan hallinnoida kaikenlaisia omaisuuDEN. OmaisuuDEN voidaan määrittää, kuvata niiden ominaisuuksia, kehittää hierarkkisia suhteita ja seurata niiden tietoja. Maximosta löytyy myös muita ominaisuuksia, kuten töiden hallinta. (Maximo n.d.) Maximo tukee monia tietokantapalvelimia, kuten DB2, Oracle ja Microsoft SQL Server (Introduction to Maximo Asset Management n.d.).

Maximoon on tallennettu sähköasemien laitteiden tekniset tiedot. Kuviossa 2. on esimerkki Maximon attribuutti eli tietokenttä luettelosta. Attribuuteilla tarkoitetaan tiedostoon kuuluvia tietokenttiä (Attribuutit n.d.).

Attribuutti	Kuvaus	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö
DNACTR	Liite										
DCOND	Esittelyssä laite										
DTY	Dyväntien sähkösuhteisuus	AA									
INDM	Nimellä	A									
ITH	Terveen sähkösuhteisuus	AA									
ITH_TIME	Terveen sähkösuhteisuuden aika	*									
ORDEVIS	Ongelman lukumäärä	kp									
UNDM	Nimellä	VV									
USWITCH	Kytkentätila maasta vasten	VV									
UTRANS	Syöttöjännite maasta vasten	VV									
U_LAC	Vahvistus maasta vasten	VV									
WEIGHT	Kokonaispaino	kg									

Kuvio 3. Maximon laitetiedot (Tekniset tiedot 2017.)

4.2 SQL kieli

SQL eli Structured Query Language on kyselykieli relaatiotietokantoihin. SQL perustuu ANSI/ISO-standardiin ja kielen juuret ovat 1970-luvun lopulla. SQL kieli voidaan jakaa neljään osaan, joita ovat datan hallinta, rakenteen määrittäminen, valtuuttaminen ja tapahtumanhallinta. Data Management Language DML, eli datan hallinnalla pystytään suorittamaan yleisimpiä SQL lauseita. Näitä ovat datan etsiminen, lisääminen, muokkaaminen ja poistaminen. Yksinkertaisimmillaan SQL hakulause koostuu kahdesta osasta, joita ovat SELECT sarake FROM taulu. SELECT-osa kertoo sarakkeet, jotka halutaan tulostauluun ja FROM-osa kertoo, mistä tauluista dataa haetaan. (Taipalus 2016.)

4.3 Tiedonkeruu Fingridin omaisuudenhallintajärjestelmään

Fingridin sähköasemien laitetiedot ovat mallinnettu Maximon tietokantaan. Tiedot uusista laitteista, teknisistä tiedoista ja muutoksista saadaan toimittajilta. Laitetiedot sähköasemilta kerätään ja toimitetaan Excel taulukolla, josta tiedot siirretään Maximoon. Fingridin verkkotietoasiantuntijat päivittävät ja ylläpitävät laitetietoja Maximossa. (Taipalus 2017.) Kuviossa 3. on esimerkki katkaisijoiden tiedonkeruulomakkeesta.

Katkaisijat		1	2
Sijaintitiedot	Asema		
	Laite		
	Laitteen nimi	AE04Q0	AE05Q0
	Laji	Kaasukatkaisija	Kaasukatkaisija
	Lajimerkintä	GL312 F1/4031 P 123	GL312 F1/4031 P 123
Yleistiedot	Valmistaja	ALSTOM	ALSTOM
	Valmistusvuosi	2015	2015
	Valmistusnumero		
	Takuu päätyy		
	Käyttöönotto		
	Kokonaispaino	1177,8 kg	1177,8 kg
Nimellisarvot	U_N	145 kV	145 kV
	I_N	3150 A	3150 A
	I_{th}	40 kA/ 3 s	40 kA/ 3 s
	I_{gn}	kA	kA
	Katkaisukyky	40 kA _{Ibc} 43 %	40 kA _{Ibc} 43 %
	Sulkukyky	100 kA	100 kA
Ohjaimen tiedot	Ohjaimia	1 kpl	1 kpl
	Valmistusnro		
	Ohjaimen laji	GL312 F1 / 4031 P 123	GL312 F1 / 4031 P 123
	Min. lämpötila	-40 °C	-40 °C
	Ohjausjännite	110 VDC	110 VDC
	Lajimerkintä	4,6	
Tekniset tiedot	Katkaisuväliaine	SF6	SF6
	SF6 Kok. massa / Arvokilpi	7,8 kg	7,8 kg
	Asematäyttö / SF6	kg	kg
	Tehdasäyttö / SF6	kg	kg
	Asennettu SF6 yhteensä	kg	kg
	SF6 vuodot	kg	kg
	Täyttöpaine	bar	bar
	Nimellispaine	4,6 bar	4,6 bar
	Hälytyspaine	3,6 bar	3,6 bar
	Lukituspaine	3,3 bar	3,3 bar
	Asennettu SF6-kokonais määrä	kg	kg
	SF6-kokonaisvuotomäärä	kg	kg
	SF6-kaasun toimittaja		
SF6-kaasun asennusurakoitsija			
Liitin	IEC9-125	IEC9-125	

Kuvio 4. Katkaisijoiden tiedonkeruulomake (Tiedonkeruulomake 2017.)

5 Tiedon laatu ja sen mittausmenetelmät

Tiedon laatu kertoo kuinka hyvin käytössä oleva tieto soveltuu sen käyttötarkoitukseen. Tiedon laatua määritellään eri ulottuvuuksien mukaan. Tiedon laatuun liittyviä ulottuvuuksia on monia erilaisia ja niiden tärkeydestä on hieman erilaisia mielipiteitä. Yleisesti käytettäviä ulottuvuuksia, sekä tämän työn kannalta merkittäviä ovat täydellisyys, oikeamuotoisuus, oleellisuus, johdonmukaisuus, täsmällisyys ja oikea-aikaisuus. Tämän työn kannalta tärkeimpiä ovat kolme ensimmäistä. (Glumow 2009, 2.)

Tiedon laadun täydellisyydellä tarkoitetaan datan attribuuttien arvoja. Kuinka täydellisesti oleelliset attribuutit on täytetty. Tiedon laatua voidaan mitata täydellisyyteen perustuen, mittaamalla mikä on oleellisten ja tärkeiden attribuuttien täyttöaste. (Glumow 2009, 4.)

Oikeamuotoisuus tarkoittaa tietokannan sisällön vastaavuutta siihen kohdistettuihin tyyppimääräyksiin- ja vaatimuksiin. Ovatko attribuuttien arvot hyväksytyissä arvoalueissa ja arvojoukoissa. Tiedon oikeamuotoisuutta voidaan varmistaa lisäämällä tyyppimääräyksiä ja sääntöjä tietokantaan. (Glumow 2009, 4-5.)

Tiedon oleellisuus tulee esille, kun tietoa ryhdytään käyttämään ja se kuvaa tiedon soveltuvuutta sen käyttötarkoitukseen. Tiedon oleellisuus voi heikentyä, jos tiedonkeruu vaiheessa on ongelmia, tai jostain syystä haluttua tietoa ei pystytä toimittamaan. Tiedon oleellisuuteen vaikuttaa myös muuttuvat tarpeet. Olemassa olevat attribuutit eivät ole enää kiinnostavia tai tärkeitä ja halutaan kuvata jotain muita arvoja. (Glumow 2009, 5.)

5.1 Huono data

Huono data johtaa huonoihin päätöksiin, eikä siitä johtuvia ongelmia voi liioitella. Huono data ei ainoastaan aiheuta ajan ja rahan menetystä, vaan se voi vaikuttaa myös kriittisiin liiketoimintapäätöksiin. Huono data on usein epäolennaista, rikkinäistä tai päällekkäistä. (What is bad data and how do you clean it 2016.)

Huono data Maximossa voi aiheuttaa monia ongelmia. Mittamuuntajien puutteelliset tai väärät tiedot voivat johtaa virheelliseen kuormitettavuuslaskentaan ja öljyjen sekä SF6 kaasujen määrät ovat erityisen tärkeitä, koska ne tulee ilmoittaa viranomaisille. Verkon arvo lasketaan käytössä olevien laitteiden, niiden määrän sekä iän perusteella ja tämä vaikuttaa koko yhtiön tulokseen. Laitteiden sarjanumeroon on linkitetty omaisuuden siirto- sekä huoltohistoria. (Taipalus 2017.)

Moni asia voi vaikuttaa siihen, mistä huono data syntyy. Yleisimpiä ja toistuvia syitä huonoon dataan ovat:

- **Tietojen syöttäminen**, ihmisten virheet tietojen syöttövaiheessa on yleinen syy huonoon dataan.
- **Datan siirto- ja muuntamisprojektit**, tietojen siirtäminen uusiin järjestelmiin on riski datan laadulle.
- **Erilaiset tiedon syötöt käyttäjien välillä**, ohjeet tietojen syöttämisestä voivat olla tulokinnan varaisia.
- **Lähdejärjestelmien muutokset**, sovellusten käyttäjät ovat vastuussa syötetyn tiedon yhtenäisyydestä ja ylläpidosta järjestelmien sekä muutosten välillä.
- **Järjestelmävirheet**, nykyään sovellukset ovat vuorovaikutuksissa monien tietokoneiden kanssa tehden niistä monimutkaisempia. (Top 5 Causes of poor data quality n.d.)

5.2 Datan validointi

Yrityksillä voi olla suuret määrät dataa tietokannoissa, mutta määrän sijaan datan laatu ratkaisee. Jos datan laatua ei voida määrittää, data on hyödytöntä. (Lawton 2006.) Datan validoinnilla tarkoitetaan lähdedatan tarkkuuden ja laadun tarkistamista, ennen kuin sitä käytetään. Tietokantaan voidaan suorittaa erilaisia datan validointeja, jotta datasta saadaan poistettua virheitä. Tavoitteena on saada johdonmukaista ja tarkkaa dataa. (What is data validation n.d.)

Työssä tutkittava data on suurimmaksi osaksi laitteiden teknisiä arvoja, eli erilaisia lukuarvoja. Teknisten arvojen suuruus vaihtelee, riippuen laitteen käyttötarkoituksesta. Tämä voi tehdä datan validoinnista hankalaa, koska on vaikea määrittää arvoille rajoja, jotka olisivat yleisesti päteviä. Perehdyin työssäni erilaisiin datan validointi menetelmiin, joita tiedon laadun mittaukseen voidaan soveltaa.

5.2.1 Säännöt ja tyyppivaatimukset

Datalle voidaan määrittää erilaisia sääntöjä, validoida kenttiä tiettyihin arvoihin, asettaa datalle eri rajoja ja pituuksia. Voidaan määrittää monia eri sääntöjä, mutta data on tunnettava hyvin, jotta säännöistä tulee järkeviä ja ne eivät rajaa oikeaa dataa pois. (Data validation rules n.d.) Esimerkkejä säännöistä:

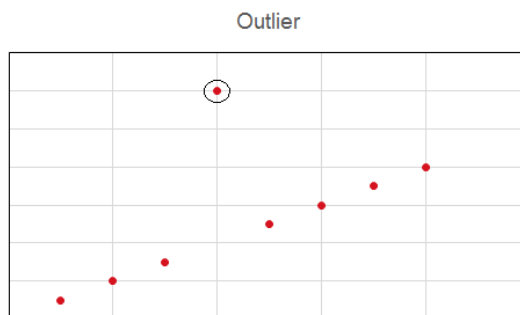
- **Datan pituus**, tietokentän arvolle voidaan määrittää pituus.
- **Raja-arvot**, tietokentän arvo voidaan määrittää jollekin arvoalueelle, esimerkiksi 0-100.
- **Datan muoto**, data on syötettävä jossakin muodossa, esimerkiksi päivämäärät.
- **Duplikaatit**, samaa dataa ei saa olla syötettynä useaan kertaan.
- **Ristikäistarkistus**, data voidaan tarkastaa eri järjestelmien välillä.
- **Ei tyhjä**, tietokenttää ei saa jättää tyhjäksi. (Data validation rules n.d.)

Datan validointi rakentamalla erilaisia sääntöjä vaikuttaa soveltuvan datalle, joka tunnetaan hyvin etukäteen. Yhdistämällä sääntöjä voidaan määrittää hyväksyttävä data melko tarkasti. Säännöt ja tyyppivaatimukset eivät kuitenkaan rajaa pois kaikkea väärää dataa.

5.2.2 Muusta joukosta poikkeavat arvot

Box and whisker plots on John W. Tukeyn kehittämä graafinen esitystapa, joka kuvaa datajoukon jakaumaa. Menetelmä perustuu datajoukon minimiin, alakvartiiliin, mediaaniin, yläkvartiiliin ja maksimiin. Mediaani on lukujoukon keskiluku ja se jakaa lukujoukon kahteen osaan. Alakvartiili on alemman puoliskon mediaani ja yläkvartiili on ylemmän puoliskon mediaani. (Box and whisker plots n.d.)

Datajoukosta voidaan etsiä pisteitä, jotka eroavat merkittävästi muusta joukosta. Pisteistä käytetään englannin kielen nimitystä outliers. Pisteet eivät sovi yhteen muun datajoukon kanssa ja ne on helppo löytää kaavioista, jolloin suurin osa arvoista kulkee suorassa linjassa ja poikkeavat pisteet ovat kaukana muista. (How to calculate outliers n.d.) Kuviossa 5. on esitetty esimerkki Excelillä piirretystä muusta joukosta poikkeavasta pisteestä.



Kuvio 5. Muusta joukosta poikkeava piste

Merkittävästi muusta joukosta eroavat pisteet voidaan etsiä laskemalla kvartiilivälit lukujoukosta. Laskenta tapahtuu järjestämällä aluksi kaikki luvut pienimmästä suurimpaan. Lukujoukosta lasketaan mediaani Q_2 , joka on lukujoukon keskimäinen luku, alakvartiili Q_1 , jonka alapuolella on neljännes luvuista ja yläkvartiili Q_3 , jonka yläpuolella on neljännes luvuista. Seuraavaksi lasketaan kvartiiliväli IQR, joka on $Q_3 - Q_1$. (How to calculate outliers n.d.)

Näin voidaan määrittää sisäiset rajat lukujoukolle ja sisäisten rajojen ulkopuolisia arvoja voidaan kutsua pieniksi poikkeamiksi. Sisäiset rajat saadaan kertomalla kvartiiliväli IQR 1,5:llä ja lisäämällä tulos yläkvartiiliin Q_3 ja vähentämällä se alakvartiilista Q_1 . Uloimmat rajat voidaan määrittää samalla tavalla, mutta kerrotaan kvartiiliväli IQR

kolmella. Lukuja ulkoisten rajojen ulkopuolella voidaan kutsua suuriksi poikkeamiksi. (How to calculate outliers n.d.)

Taulukossa 6. on esitetty laskuesimerkki sisäisten ja ulkoisten rajojen määrittämisestä. Mediaani, alakvartiili ja yläkvartiili on laskettu Excelin avulla. Sisäisiksi rajoiksi tässä tapauksessa muodostui 10,5 ja -1,5 ja ulkoisiksi rajoiksi 15 ja -6. Näiden rajojen ulkopuoliset arvot ovat poikkeamia, eli mahdollisia virheitä. Esimerkkiin valitusta lukujoukosta luku 20 on sisäisten, sekä ulkoisten rajojen perusteella muusta joukosta poikkeava arvo, eli niin kutsuttu outlier.

Taulukko 6. Rajojen määrittäminen

Lukujoukko			Sisäiset rajat	
1	Alakvartiili Q1:	3	$IQR = Q3 - Q1$	3
20	Mediaani Q2:	4	$Q3 + 1.5 \times IQR$	10,5
4	Yläkvartiili Q3:	6	$Q1 - 1.5 \times IQR$	-1,5
3				
2				
6			Ulkoiset rajat	
4			$IQR = Q3 - Q1$	3
6			$Q3 + 3 \times IQR$	15
4			$Q1 - 3 \times IQR$	-6

Muusta joukosta poikkeavia arvoja esiintyy eniten erilaisissa mittaustuloksissa. Mittaustuloksissa esiintyy helposti virheitä, joko itse mittaajasta tai mittauslaitteesta johtuen. Muusta joukosta poikkeavia lukuja voi esiintyä myös ihmisten virheistä, esimerkiksi tietojen syöttämisessä tai tietojen keräämisessä. Tiedot voivat olla myös virheellisesti ilmoitettuja ja erilaiset näytteenottovirheet ovat mahdollisia. (Outlier in Statistics: Definition & Explanation n.d.)

Tämä on yksi vaihtoehto etsiä datajoukosta virheellisiä arvoja. Tätä menetelmää käyttäessä on syytä tehdä jonkinlaista laiterajausta, koska tekniset arvot voivat olla melko suurella arvoalueella. Joukosta saattaa löytyä myös poikkeustapauksia, kuten muuntajakentät. Tekniset arvot voivat olla näissä erisuuruisia ja niitä voi olla suhteessa vähäisempi määrä, mutta eivät silti ole virheellisiä.

6 Mittausmenetelmien testaus ja valinta

Sähköasemien laitteet on tunnettava, jotta niiden tiedon laatua voidaan järkevästi mitata. Näin voidaan tehdä erilaisia laiterajauksia ja validoida laitteiden tietokenttiä tarkemmin ja saada niitä lähemmäksi oikeita arvoja. Työ rajattiin sähköasemien primäärilaitteisiin ja tarkemmin tutkittavat laiteryhmät olivat katkaisija, erotin, virtamuuntaja ja jännitemuuntaja.

6.1 Yhteiset omaisuustiedot

Maximo sisältää omaisuus välilehden, jossa on kaikille laitteille yhteisiä yleistietoja. Näitä tietoja voidaan soveltaa kaikille primäärilaitteille. Omaisuus välilehden tärkeimmät tiedot selvitettiin yhdessä eri asiantuntijoiden kanssa. Tietojen valintaan vaikuttivat mm. huoltoihin ja verkon arvon laskentaan vaikuttavat tiedot. Lista omaisuus välilehden tiedoista, jotka valittiin tärkeiksi, ja joita tiedon laadun mittauksessa voidaan hyödyntää:

- Sarjanumero
- Valmistusvuosi
- Asennuspäivämäärä
- Kiertävä nimike
- Valmistaja
- Vaihe
- Omistaja

Omaisuus välilehden tiedot ovat kriittisiä tietoja ja niihin voidaan käyttää sääntöä "ei tyhjä". Työn liitteissä on ilmoitettu, millä laitteilla ylläolevia tietoja tulisi olla ja tiedon puuttuessa, se vaikuttaa tiedon laadun oikeellisuusprosenttiin. Lisäksi voidaan asettaa ehto, jossa asennuspäivämäärän tulee olla suurempi kuin valmistusvuoden. Tämä rajaa väärin syötettyjä asennuspäivämääriä ja valmistusvuosia pois. Sarjanumeroihin voidaan soveltaa lisäksi "duplikaatit" sääntöä, koska sarjanumerot ovat yksilöllisiä. Tässä tulee kuitenkin huomioida laitteet, joilla voidaan käyttää samaa sarjanumeroa. Tällaisia laitteita ovat erotin, maadoituskytkin ja niiden ohjain. Vaihetieto on erityisen tärkeä niille laitteille, jotka ovat Maximossa eritelty vaiheen mukaan. Näitä laitteita ovat mittamuuntajat, ylijännitesuojat ja läpivientieristimet.

6.2 Laitetietojen luokittelu ja tärkeyden määrittäminen

Työn alussa tuli vastaan tiedon laatua määrittelevä ulottuvuus oleellisuus. Maximo järjestelmä sisälsi paljon teknisiä tietoja laitteista, joten oli syytä selvittää, ovatko kaikki laitetiedot tärkeitä tiedon laadun mittauksen kannalta. Tietoperustaan sain tukea alan kirjallisuudesta. Lisäksi tukea selvitykselle haettiin haastattelemalla asiantuntijoita.

Asiantuntijoiden haastatteluissa käytiin läpi Maximon laitetieto luettelo ja pohdittiin, mitkä tiedot ovat tärkeimpiä. Kytkinlaitteiden tiedot selvitettiin kytkinlaiteasiantuntijan kanssa Fingridin pääkonttorilla. Muiden laitteiden tiedot saatiin sähköpostitse. Selvitetyt tiedot on listattuna työn lopussa liitteissä ja niitä voidaan hyödyntää rakennettaessa tiedon laadun mittaria. Listat ovat laiteasiantuntijoiden mielipiteitä laitteiden tärkeimmistä teknisistä arvoista ja niihin voidaan tehdä muutoksia tarvittaessa. Laitetietojen selvityksen jälkeen tutkittiin, mikä tiedon laadun mittaussuunnitelma soveltuu kyseisille laitetiedoille. Liitteet sisältävät tärkeimpien primäärilaitteiden laitetiedot. Muihin laitteisiin voidaan soveltaa omaisuustietoja ja jatkokehityksenä voidaan selvittää kaikkien laitteiden tärkeimmät tekniset tiedot.

Laitetietoja voidaan luokitella niiden tärkeyden ja yleisesti tiedon saatavuuden perusteella kriittisiin ja vähemmän kriittisiin. Laitteilla on jonkin verran tietoja, joita ei aina ilmoiteta tai niitä ei ole saatavilla. Kriittinen tieto on tärkeä ja vaikuttaa tiedon laadun oikeellisuusprosenttiin ja vähemmän kriittisen tiedon puuttuessa tai ollessa väärä, se on syytä tarkastaa, mutta sitä ei huomioida tiedon laadun oikeellisuusprosentissa.

Aiemmin mainituista tarkastelun kohteena olevista laitteista valittiin eniten käytössä olevat laiteluokat. Katkaisijoista tarkasteltiin ainoastaan kaasukatkaisijoita ja virtamuuntajista öljytäytteisiä virtamuuntajia. Muihin laiteluokkiin voidaan käyttää omaisuusvälilehden tietoja, sekä soveltuvin osin teknisiä tietoja.

6.3 Sääntöjen testaaminen ja valinta

Sääntöjen soveltuvuutta teknisten tietojen validointiin tarkasteltiin listaamalla eri laitteiden teknisiä arvoja SQL hakulauseiden avulla Maximon tietokannasta. Taulukossa 7. on esitetty neljän eri laitteen teknisten tietojen arvoalueita ilman laitekoh-
taisia rajoituksia.

Taulukko 7. Arvoalueet

<u>Laitte</u>	<u>Nimellisjännite (kV)</u>	<u>Nimellisvirta (A)</u>	<u>Kaasun massa SF6 (kg)</u>	<u>Öljyn määrä (kg)</u>
Katkaisija	24 - 420	630 - 4000	0,25 - 60,6	
Erotin	20 - 420	350 - 5000		
Virtamuuntaja	0,6 - 420	1,2 - 9000		5 - 580
Jännitemuuntaja	20 - 420			17 - 693

Arvoalueet paljastuivat melko suureksi ja esimerkiksi katkaisijan nimellisvirrat olivat välillä 630 A - 4000 A. Määrittämällä näin suureen alueeseen raja-arvot, saataisiin vain suurimmat virheet jatkossa pois ja hyväksyttävä alue jäisi melko suureksi. Raja-arvot ovat myös melko huono vaihtoehto, koska ne täytyisi määrittää jokaiselle laitteelle erikseen ja tarvittaessa päivittää, mikäli standardeihin tulee muutoksia. Raja-arvot voidaan määrittää teknisiin arvokenttiin, joiden minimi ja maksimi arvot tiedetään.

Ei tyhjä säännöllä voidaan määrittää tietokentät, joiden arvot halutaan aina olevan saatavilla ja tämä sääntö sopii kriittisiin laitetietoihin. Sääntöä ei ole järkevä soveltaa vähemmän kriittisiin tietoihin, koska se saattaa vääristää tiedon laatua ja täytyy ottaa huomioon, mitkä tiedot laitteista ovat yleensä saatavilla.

Datan pituus voidaan määrittää teknisiin arvokenttiin, joissa tiedetään arvon enimmäispituus. Tällä tavalla saadaan mahdolliset tiedonsyöttö vaiheessa tapahtuvat suuremmat virheet pois. Tällä ei kuitenkaan saada vääriä arvoja välttämättä poistettua, koska tekniset arvot voivat olla laajallakin alueella, eikä datan pituutta pystytä aivan tarkasti määrittämään.

7 Mittaustulokset

Seuraavaksi tutkittiin, kuinka muusta joukosta poikkeavien arvojen menetelmä voisi soveltua teknisten tietojen validointiin. Laskentamenetelmä on selitetty tarkemmin kappaleessa 5.2.2. Pienet poikkeamat laskettiin kertomalla kvartiiliväli 1,5:llä ja suuret poikkeamat kertomalla kvartiiliväli 3:lla. Laitetiedoista etsittiin virheitä, eikä tyhjiä tietokenttiä huomioitu tässä tarkastelussa. Lopullisessa mittarin toteutuksessa tärkeäksi merkityt tyhjät tietokentät ovat myös virheitä. Tarkoituksena oli testata, voiko teknisten arvojen lukujoukon jakauman perusteella löytää virheellisesti ilmoitettut tiedot.

Aikaisemmin esitetystä taulukosta 7. nähdään teknisten arvojen olevan laajalla arvoalueella, joten jonkinlainen laitekohtainen rajausta oli tehtävä. Rajaamalla laitteet lisäksi niiden nimikkeen eli laitetyyppin mukaan, saatiin järkevämmät arvojoukot. Näihin arvojoukkoihin lähdettiin soveltamaan muusta joukosta poikkeavien arvojen laskentamenetelmää.

7.1 Taulukon selitykset

Tehdyt mittaustulokset on esitetty taulukoissa. Nimike kertoo tarkastelun kohteena olleen laitetyyppin, ja laitteiden määrä, montako laitetta eri laitetyypeistä oli tarkastelussa. Pienet poikkeamat kertovat, montako teknistä arvoa laitteilla oli sisäisten rajojen ulkopuolella ja suuret poikkeamat, montako teknistä arvoa oli ulkoisten rajojen ulkopuolella. Pienet poikkeamat sisältävät näissä taulukoissa myös suuret poikkeamat ja useissa tapauksissa sisäiset ja ulkoiset rajat olivat samat, koska kvartiiliväli oli 0. Oikeat virheet kertovat, kuinka monta saaduista poikkeamista oli oikeasti virheellisesti syötettyjä arvoja. Taulukon oikeat virheet tarkistettiin laitekilvestä tai laitteen dokumenteista. Tarkasteltavien teknisten tietojen määrä on ilmoitettu laitekohtaisesti.

7.2 Katkaisijat

Tarkasteltavaksi laitteeksi ja teknisiksi tiedoksi valittiin ensin viisi erityyppistä katkaisijaa, sekä niiden nimellisvirta, nimellisjännite, katkaisukyky, sulkemiskyky, SF6 kaasun massa, kytkentäjännitelujuus, syöksyjännitelujuus ja vaihtojännitelujuus. Taulukosta 8. nähdään teknisissä arvoissa esiintyneiden poikkeamien ja virheiden määrät.

Taulukko 8. Katkaisijoiden virheet ja poikkeamat

<u>Nimike</u>	<u>Laitteiden määrä</u>	<u>Pienet poikkeamat</u>	<u>Suuret poikkeamat</u>	<u>Oikeat virheet</u>
HGF116/2B	54	9	6	4
HPL420B2	106	52	50	38
3AP2F1	61	2	2	2
GL316X	39	4	4	0
HGF111/1C	128	33	33	0

Taulukossa esiintyvistä poikkeamista, jotka eivät olleet oikeita virheitä, HGF111/1C laitetypin osalta lähes kaikki tulivat katkaisukyvyyn ja sulkemiskyvyyn arvoista. Tarkasteltaessa tarkemmin kyseistä katkaisijaa huomattiin katkaisukyvyyn olevan 1983 vuoden mallissa 40 kA ja sulkemiskyvyyn 100 kA, kun taas vastaavassa 1991 vuoden mallissa katkaisukyky oli 31,5 kA ja sulkemiskyky 80 kA. 1991 vuoden katkaisijoita oli huomattavasti vähäisempi määrä ja tällä tavalla muusta joukosta poikkeavien arvojen menetelmällä ne tulkittiin virheiksi. Tässä tapauksessa laitetyyppi rajauksesta huolimatta teknisissä arvoissa oli eroavaisuuksia jonkin verran, mutta oikeitakin virheitä löydettiin. Oikeita virheitä löydettiin eniten jännitelujuuksista, nimellisjännitteestä ja HPL420B2 laitetypin katkaisukyvyyn arvoista.

7.3 Erottimet

Samanlainen muusta joukosta poikkeavien arvojen menetelmällä laskettu testi suoritettiin neljälle erityyppiselle erottimelle. Teknisiksi tiedoiksi valittiin erottimen nimel-

lisvirta, nimellisjännite, terminen oikosulkukestoisuus, dynaaminen oikosulkukestoisuus, kytkentäjännitelujuus, syökyjännitelujuus ja vaihtojännitelujuus. Taulukossa 9. on esitetty erottimien teknisten arvojen poikkeamat ja virheet.

Taulukko 9. Erottimien virheet ja poikkeamat

<u>Nimike</u>	<u>Laitteiden määrä</u>	<u>Pienet poik- keamat</u>	<u>Suuret poik- keamat</u>	<u>Oikeat virheet</u>
SSB-II-AM-123	209	53	5	5
OJYD3- 123C1250	171	4	3	0
TPF216D	61	0	0	0
GSSB-420	25	0	0	0

SSB-II-AM-123 laitetyypissä esiintyvistä pienistä poikkeamista, jotka eivät olleet oikeita virheitä, saatiin suurin osa nimellisvirran arvoista. Tarkemmassa tarkastelussa huomattiin nimellisvirran vaihtelevan samalla laitetyypillä välillä 1600 A - 3150 A. 3150 A nimellisvirran erottimia oli kuitenkin huomattavasti vähäisempi määrä, joten tällä menetelmällä ne tulkittiin pieneksi poikkeamiksi. Käyttämällä suuria poikkeamia, jossa kvartiiliväli kerrotaan kolmella, päästiin näistä poikkeamista eroon. Oikeita virheitä löydettiin nimellisjännitteistä, termisestä oikosulkukestoisuudesta ja dynaamisesta oikosulkukestoisuudesta.

7.4 Virtamuuntajat

Seuraavaksi tarkasteltiin menetelmää kolmen erityyppisen virtamuuntajan osalta. Teknisiksi tiedoiksi valittiin nimellisvirta, nimellisjännite, dynaaminen oikosulkukestoisuus, terminen oikosulkukestoisuus ja öljyn massa. Taulukossa 10. on esitetty virtamuuntajien teknisten arvojen poikkeamat ja oikeat virheet.

Taulukko 10. Virtamuuntajien virheet ja poikkeamat

<u>Nimike</u>	<u>Laitteiden määrä</u>	<u>Pienet poikkeamat</u>	<u>Suuret poikkeamat</u>	<u>Oikeat virheet</u>
CA-123	809	544	464	13
CA-245	36	9	9	0
IOSK420	381	51	51	0

Virtamuuntajien kohdalla menetelmä antoi suuren määrän poikkeamia, jotka eivät olleet oikeita virheitä. Rajaus laitetypin mukaan ei toiminut hyvin ja samalla laitetypillä tekniset arvot olivat liian laajalla alueella. Myös tarkastelun kohteena ollut nimellisvirta vaihteli, koska siihen vaikuttaa mitä kytkentää virtamuuntajalla käytetään. Tässä tapauksessa esimerkiksi CA-123 laitetypin kohdalla suurimmassa osassa virtamuuntajista oli käytössä 1500 A kytkentä, jolloin kaikki 3000 A kytkennät tulkittiin poikkeamiksi, koska niitä oli suhteessa pienempi määrä. CA-123 tyyppillä myös muut arvot vaihtelivat. Terminen oikosulkukestoisuus oli välillä 0,08 kA - 40 kA ja dynaaminen oikosulkukestoisuus välillä 0,2 kA - 100 kA. Nimellisjännitteen arvo oli ilmoitettu 110 kV tai 123 kV. Oikeita virheitä löydettiin kuitenkin nimellisjännitteestä ja nimellisvirrasta.

7.5 Jännitemuuntajat

Lopuksi tarkasteltiin menetelmää vielä kolmen erityyppisen jännitemuuntajan osalta. Teknisiksi tiedoiksi valittiin kapasitanssi, öljyn massa ja nimellisjännite. Poikkeamat ja virheet teknisissä arvoissa on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Jännitemuuntajien virheet ja poikkeamat

<u>Nimike</u>	<u>Laitteiden määrä</u>	<u>Pienet poikkeamat</u>	<u>Suuret poikkeamat</u>	<u>Oikeat virheet</u>
DFK-420	206	39	39	4
UTD-123	192	27	15	3
CVE420	52	38	38	11

Jännitemuuntajilla menetelmä antoi myös melko paljon poikkeamia, jotka eivät olleet oikeita virheitä, ja näistä suurin osa tuli nimellisjännitteen arvoista. DFK-420 laitetyyppillä suurin osa nimellisjännitteistä oli annettu 420 kV ja loput 400 kV. Tällöin 400 kV nimellisjännitteet tulkittiin poikkeamiksi, koska niitä oli suhteessa huomattavasti vähäisempi määrä. Kun asiaa selvitettiin, huomattiin että nimellisjännitteen tiedon syöttö tavassa oli käytetty eri tapoja. Oli käytetty 420 kV tai 400 kV ja tässä tapauksessa 400 kV:ksi merkityjä arvoja oli huomattavasti vähäisempi määrä. Sama ongelma havaittiin virtamuuntajien kohdalla. Tässä vastaan tuli aiemmin käsitelty huonon datan syy "erilaiset tiedon syötöt käyttäjien välillä". Loput virheelliset poikkeamat saatiin kapasitanssin arvoista ja öljyn massasta. Öljyn massan vaihteluväli oli tässä tapauksessa 112 kg - 129 kg, eikä arvojen jakauma mennyt tasaisesti. Oikeitakin virheitä löydettiin kuitenkin kaikista kolmesta tarkasteltavasta teknisestä tiedosta.

Tällä menetelmällä saadaan hyvin yhdistettyä eri sääntöjä, eikä tarvitse miettiä erikseen laitekohtaisia arvoalueita. Menetelmä sopii hyvin nimenomaan teknisiin arvoihin, jos ne saadaan rajattua järkevästi, kuten laitetyyppin mukaan. Kaikkiin laitteisiin ei järkevää rajausta saatu aikaiseksi, mutta esimerkiksi kytkinlaitteiden kohdalla tämä menetelmä saatiin toimimaan. Väärien poikkeamien havaitseminen on kuitenkin mahdollista ja tätä menetelmää ei kannata sisällyttää tiedon laadun oikeellisuusprosenttiin kaikkien laitetietojen osalta. Vain kriittisissä teknisissä tiedoissa voidaan käyttää tätä validointi tapaa. Menetelmä on kuitenkin hyödyllinen ja tällä löydettiin oikeita virheitä laitteiden teknisissä arvoissa ja menetelmä sopii paremmin työkaluksi virheiden etsimiseen.

8 Mittarin toteutus

Tiedon laadun mittarilla halutaan mitata tiedon laadun tilaa ja kehitystä. Mittarina voi toimia esimerkiksi prosenttiluku, joka ilmoittaa laadun tilan. Prosenttiluku toimii yritykselle tiedon laadun tilan mittarina. Prosenttiluvun takaa tulee nähdä, mistä mahdolliset virheet johtuvat ja tätä kautta niihin tulee päästä käsiksi. Tämä toimii hyvänä työkaluna mm. verkkotietoasiantuntijoille, jotta tiedot voidaan päivittää ja korjata, mikäli niissä esiintyy virheitä. Hyvä mittari mittaa tiedon laadun tilaa ja toimii sen lisäksi työkaluna tietojen päivityksessä.

Tiedon laadun mittarista on olennaista myös nähdä laadun kehitys. Laadun tilaa voidaan tallentaa eri kuukausien tai vuosien ajalta. Esittämällä laadun mittaustulokset jonkinlaisella trendiviivalla, nähdään kehityksen suunta hyvin. Pelkät edellisvuosien prosenttiluvut ja näiden vertailut eivät välttämättä kerro vielä paljosta laadun kehityksestä.

Tiedon laadun mittari voidaan toteuttaa perustuen tiedon laadun täydellisyyteen mittaamalla attribuuttien täyttöastetta. Tämän lisäksi voidaan mitata tiedon laadun oikeamuotoisuutta asettamalla raja-arvot ja datan pituus tyyppivaatimukset laitteiden teknisille tiedoille. Tyyppivaatimuksia parempi vaihtoehto on kuitenkin käyttää joidenkin laitteiden kohdalla muusta joukosta poikkeavien arvojen laskentamenetelmää. Tällä tavalla laitekohtaisia raja-arvoja ei tarvitse erikseen pohtia tai päivittää jatkossa. Muusta joukosta poikkeavien arvojen menetelmää käyttäessä tarvitaan kuitenkin toimiva laiterajaus ja sitä kannattaa käyttää vain tärkeimpien tietojen kohdalla, koska virheellisten poikkeamien havaitseminen on mahdollista. Menetelmän toimivuutta eri laitteiden kohdalla on tutkittu kappaleessa 7. Lisäksi omaisuustiedoille voidaan käyttää muita sääntöjä havaitsemaan virheitä, joita on esitelty kappaleessa 6.

Mittarin toteutus ja laitetieto haut voidaan rakentaa esimerkiksi SQL hakuyhdistelmillä. Oikeellisuusprosentti saadaan laskemalla esimerkiksi, kuinka paljon suhteessa laitemääriin on laitetieto attribuutteja täyttämättä ja kuinka paljon virheitä laitetiedoissa on niille asetettujen raja-arvojen, datan pituus vaatimusten ja muusta joukosta poikkeavien arvojen menetelmällä laskettuna. Kokonaiskuva tiedon laadusta saadaan mittaamalla laadun tila yhteisesti kaikilta sähköasemilta primäärilaitteiden osalta ja sähköasemakohtainen tarkastelu on hyödyllinen työkalu verkkotietoasiantuntijoille.

8.1 Käytettävät laitetiedot

Työn aikana selvisi, että Maximo järjestelmä sisältää laitetietoja, joista kaikki eivät ole tärkeitä laadun mittauksen kannalta. Työn aikana saatiin selvitettyä primäärilaitteiden laadun mittauksen kannalta oleelliset laitetiedot ja ne on listattu liitteissä työn

lopussa. Liitteiden tietoja voidaan verrata nykyisiin Maximossa oleviin tietoihin ja tarvittaessa tehdä niihin muutoksia. Liitteissä olevat tiedot on selvitetty laiteasiantuntijoiden avulla ja niitä voidaan päivittää jatkossa, mikäli tietojen tärkeys muuttuu.

Tiedot voidaan luokitella kriittinen tieto ja vähemmän kriittinen tieto. Kun halutaan mitata tiedon laadun oikeellisuusprosenttia, voidaan käyttää kaikista kriittisimpiä tietoja. Vähemmän kriittiset tiedot ovat myös tärkeitä. Vähemmän kriittisiä tietoja ei kuitenkaan kannata sisällyttää tiedon oikeellisuusprosenttiin, mutta niissä esiintyviä virheitä voidaan listata ja korjata hyödyntäen samoja laadun mittausten menetelmiä. Tällä tavalla saadaan rakennettua tiedon laadun mittari, joka mittaa tiedon oikeellisuusprosenttia tärkeimpien attribuuttien osalta, sekä antaa hyvän työkalun virheellisten omaisuus- ja laitetietojen löytämiseen.

8.2 Väärät virheet

Mitattaessa sähköasemien laitetietojen laatua syntyy tilanteita, joissa virheelliseksi ilmoitetut tiedot ovatkin oikeita. On myös olemassa poikkeustapauksia, joissa jotain tietoa ei kuulu olla laitteella tai sitä ei ole saatavilla. Nämä tilanteet tulee huomioida jollain tavalla mitattaessa tiedon laadun tilaa.

Yksi tapa kuitata väärät virheet on käyttää Maximon "Ovatko tiedot oikein?" kenttää hyödyksi. Tiedon laadun mittariin voidaan asettaa ehto, jos "Ovatko tiedot oikein?" kentässä lukee "Kyllä", ei kyseistä laitetta enää huomioida, vaan sen tiedot todetaan oikeiksi. Tällä tavalla tiedon laadun mittaustulos saadaan lähemmäksi oikeaa ja kaikkia poikkeustapauksia ei tarvitse huomioida mittausten menetelmiä tai laiterajausta suunniteltaessa.

Suunniteltaessa tiedon laadun mittarissa hyödynnettäviä laitetietoja ja niiden tärkeyttä on otettava huomioon, kuinka paljon mahdollisia vääriä virheitä niissä voi ilmaantua. Vaikka väärät virheet voidaan kuitata pois, siihen kuluu kuitenkin aikaa ja tulee pohtia, kuinka paljon siihen halutaan käyttää resursseja.

9 Pohdinta

Työn tavoitteena oli määritellä, kuinka sähköasemien laitetietojen laatua voidaan mitata. Laadun tila tulisi olla saatavilla esimerkiksi prosentteina ja sen lisäksi mahdollisiin puutteisiin tulisi päästä käsiksi. Työ aloitettiin perehtymällä sähköasemien primäärilaitteisiin ja laitetietoihin, tiedon laatuun, sekä datan validointiin tietokannoissa. Sähköasemien laitetietoja tutkittiin tarkemmin ja pohdittiin tiedon laadun määritelmien avulla, kuinka tiedon laatua voitaisiin mitata.

Tuloksena saatiin määritelmä tiedon laadulle ja tätä kautta selvitys tiedon laadun mittausten menetelmistä ja niiden soveltamisesta sähköasemien primäärilaitteiden omaisuus- ja laitetiedoille. Teoria osuudessa käsiteltiin primäärilaitteiden tärkeimpiä ominaisuuksia, mikä auttaa laitetietojen valinnassa, kun suunnitellaan tiedon laadun mittaria. Tuloksena saatiin myös selvitys tiedon laadun oleellisuuden kannalta tärkeimmistä laitetiedoista, jotka ovat merkittävä tekijä tiedon laadussa. Lisäksi työssä esitettiin vaihtoehtoinen tapa rakentaa tiedon laadun mittari.

Työssä onnistuttiin tutkimaan laitetietojen laadun mittausten menetelmiä ja löytämään virheellisesti syötettyjä tietoja. Tämä osoittautui hyväksi työkaluksi tietojen päivitykseen. Haastavaa työssä oli tehdä laitekohtaista rajausta joidenkin laitteiden kohdalla, kun haluttiin selvittää, ovatko syötetyt tekniset tiedot oikein. Tiedon laatu ja datan validointi eivät myöskään olleet kovin tuttuja aiheita, joten työn alussa jouduttiin opiskelemaan niitä. Laitetyypeissä tuntui myös olevan paljon ns. poikkeustapauksia, joissa tekniset arvot vaihtelivat ja tämä hankaloitti laitetietojen validointia.

Työn tuloksia voidaan hyödyntää rakennettaessa tiedon laadun mittaria. Työn liitteissä olevia laitetietoja voidaan käyttää, kun pohditaan minkä tietojen osalta laatua halutaan mitata.

Työn aikana vastaan tuli tiedon laatua määrittelevä ulottuvuus, tiedon oleellisuus. Maximo järjestelmän laitetieto attribuuteissa oli jonkin verran epäselvyyttä ja joitain tietoja oli useampaan kertaan tai väärillä nimillä. Tiedon laadun kannalta on tärkeää, että tieto on oleellista.

Maximon laitetieto attribuuttien tarkastuksella ja päivityksellä saataisiin parannettua tiedon laatua. Työn aikana saatiin selvitettyä tärkeimpien primäärilaitteiden oleelliset

laitetiedot ja esimerkiksi kondensaattoreiden kohdalla kaikkia tärkeiksi katsottuja laitetietoja ei tämän hetkisestä Maximon laitetieto attribuuteista löytynyt. Kaikkien laitteiden tietoja ei saatu tässä työssä selvitettyä aikataulu syistä. Laitteiden tiedonkeruulomake on myös syytä päivittää, mikäli muutoksia laitetietoihin tulee, jotta tarvittavat tiedot saadaan jatkossakin. Myös laitteiden nimikkeistä eli laitetyypeistä löytyi jonkin verran samoja nimikkeitä, mutta hieman eri nimillä. Tämä hankaloitti hieman laiterajausta ja nimike luettelon päivittäminen helpottaisi myös tiedon laadun mittausta sekä yleisesti tiedon laatua. Samaa periaatetta mittausmenetelmistä ja tiedon laadun määritelmistä voidaan jatkossa soveltaa myös muidenkin sähköasemien laitteiden tietoihin.

Lähteet

Attribuutit. N.d. Käyttäjä opas. Viitattu 13.12.2017.

<https://www.haiku-os.org/docs/userguide/fi/attributes.html>

Bhanot, P. N.d. Top 5 Causes of poor data quality. Viitattu 29.11.2017.

<http://www.blazent.com/top-5-causes-poor-data-quality/>

Box and whisker plots. N.d. Varsity tutors. Viitattu 11.12.2017.

https://www.varsitytutors.com/hotmath/hotmath_help/topics/box-and-whisker-plots

Data validation rules. N.d. Oracle. Viitattu 31.10.2017.

https://docs.oracle.com/cd/E19182-01/821-0859/dsgn_mi-an-cleanser-v-rule_r/index.html

Elovaara, J. & Haarla, L. 2011. Sähköverkot II. Helsinki: Otatieto.

Esittely. N.d. Fingrid yhtiö esittely. Viitattu 3.10.2017.

<https://www.fingrid.fi/sivut/yhtio/esittely/>

Glumow, M. 2009. Tiedon laatu. Seminaari: Tietokannat nyt. Helsingin yliopisto. Viitattu 29.11.2017.

https://www.cs.helsinki.fi/u/jplindst/tknyt2009/Tiedon_laatu_Mikko_Glumow.pdf

How to calculate outliers. N.d. Wiki How. Viitattu 17.10.2017.

<https://www.wikihow.com/Calculate-Outliers>

Introduction to Maximo Asset Management. N.d. IBM Knowledge Center. Viitattu 2.11.2017.

https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSLKT6_7.6.0/com.ibm.mam.doc/overview/c_intro_mam.html

Korpinen, L. N.d. Muuntajat ja sähkölaitteet. Viitattu 9.10.2017.

http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/9muuntajat_ja_sahkolaitteet.pdf

Laasonen, M., Saarinen, K., Sederlund, J., Sulamaa, P., Uusitalo, J., Uusitalo, M. & Yli-Salomäki, P. 2011. Kantaverkon käsikirja. Helsinki: Fingrid.

Laitteiden tietonkeruulomake. 2017. Sisäinen dokumentti. Fingrid Oyj.

Lawton, B. 2006. Smart data validation. Viitattu 12.10.2017.

<http://www.itprotoday.com/business-intelligence/smart-data-validation>

Tekniset tiedot. 2017. Tekniset tiedot välilehti Maximo verkkotietojärjestelmästä. IBM Maximo.

Maximo. N.d. IBM Maximo. Viitattu 2.11.2017.

<https://www.ibm.com/fi-en/marketplace/maximo/details#product-header-top>

Mittaus-, ohjaus- ja suojauslaitteistot. 2000 - 07. ABB:n TTT-käsikirja, luku 10. Viitattu 10.10.2017.

http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/10_1_Mittaus-%20ohjaus-%20ja%20suojauslaitteet.pdf

Omaisustiedot. 2017. Omaisuus välilehden tyyppikuva Maximo verkkotietojärjestelmästä. IBM Maximo.

Outlier in Statistics: Definition & Explanation. N.d. Study. Viitattu 13.11.2017.

<http://study.com/academy/lesson/outlier-in-statistics-definition-lesson-quiz.html>

SFS-ISO 55000:2014. Omaisuudenhallinta. Yleiskuvaus, periaatteet ja termit. Vahvistettu 13.10.2014. Viitattu 5.10.2017. <https://janet.finna.fi/>, SFS Online.

Stenstrand, M. N.d. Hyötyjä omaisuuden hallinta standardista. Viitattu 27.10.2017.

<http://docplayer.fi/19258302-Hyotyja-omaisuuden-hallinta-standardista-marcus-stenstrand-marcus-stenstrand-fingrid-fi.html>

Suomen sähköjärjestelmä. N.d. Fingrid Suomen sähköjärjestelmän esittely. Viitattu 4.10.2017.

<https://www.fingrid.fi/kantaverkko/suomen-sahkojarjestelma/>

Taipalus, T. 2016. SQL luku 4. Viitattu 30.10.2017.

https://tim.jyu.fi/files/114463/04_sql_2016.pdf

Taipalus, T. 2017. Verkkotietoasiantuntija. Fingrid Oyj. Haastattelu 30.10.2017.

Tähtinen, M. N.d. Fingrid Oyj - kaksi vuosikymmentä. Fingrid 20 vuotta lyhyt historiikki esitys. Viitattu 5.10.2017.

https://www.fingrid.fi/contentassets/b6f25b051ac34113b037da71daa0666b/fingrid_historiikki.pdf

Viljanen, T. 2009. Sähköverkon kompensointi. Virtuaali ammattikorkeakoulu. Viitattu 13.12.2017.

<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/030503/1134045922435/1134046524532/1134046634756/1134046693839.html>

What is bad data and how do you clean it? 2016. Blue sheep. Viitattu 29.11.2017.

<https://www.bluesheep.com/blog/what-is-bad-data-and-how-do-you-clean-it-0>

What is Data Validation. N.d. Informatica. Viitattu 31.10.2017.

<https://www.informatica.com/services-and-training/glossary-of-terms/data-validation-definition.html#fbid=rA65d1INXaI>

Liitteet

Liite 1. Omaisuustiedot

Omaisuustieto	Laite
Sarjanumero	Kaikki
Valmistusvuosi	Kaikki
Asennuspäivämäärä	Huollettavat laitteet
Kiertävä nimike	Kaikki
Valmistaja	Kaikki
Vaihe	VIR, JÄN, LÄP JA YJS
Omistaja	Kaikki

Liite 2. Virtamuuntajat

Tekninen tieto
Käytössä olevan toisiokäämin numero
Lisäkuormitettavuus
Nimellisvirta
Dynaaminen oikosulkukestoisuus
Ensiön nimellisvirta kytkennässä 1
Ensiön nimellisvirta mittausydämelle kytkennässä 1
Ensiön nimellisvirta kytkennässä 2
Terminen oikosulkukestoisuus
Termisen oikosulkukestoisuuden aika
Öljymäärä
Voiteluöljytyyppi
Ulkoinen eristysrakente
Erilaisten kytkentämahdollisuuksien määrä (1-4)
Kokonaispaino
Nimellisjännite
Jänniteulosoton kuvaus

Liite 3. Jännitemuuntajat

Tekninen tieto
Kokonaiskapasitanssi
Suurin järjestelmän käyttöjännite
Öljymäärä
Voiteluöljytyyppi
Ulkoinen eristysrakenne
Nimellisjännitekerroin
Kokonaispaino
Nimellisjännite

Liite 4. Katkaisijat

Tekninen tieto
Nimellisjännite
Nimellisvirta
Katkaisukyky
Sulkemiskyky
Kaasun massa SF6
Katkaisuväliaine
Paineen merkintätapa
Hälytys-, lukitus- ja täyttöpaine
Jännitelujuudet
Kaasun tilavuus
Tiheysvahti
Ohjaimien lukumäärä
Kokonaispaino
Minimi toimintalämpötila

Liite 5. Ylijännitesuojat

Tekninen tieto
Suurin jatkuva käyttöjännite
Nimellisjännite
Purkauskykyluokka

Liite 6. Erottimet ja maadoituskytkimet

Tekninen tieto
Nimellisjännite
*Nimellisvirta (vain erotin)
Terminen oikosulkukestoisuus
Termisen oikosulkukestoisuuden aika
Dynaaminen oikosulkukestoisuus
Jännitelujuudet
Ohjaimien lukumäärä
Kokonaispaino
Minimi toimintalämpötila

Liite 7. Katkaisijan ja erottimen ohjaimet

Tekninen tieto
Jatkuvatoiminen lämmitys
Ohjattu lämmitys
Ohjausjännite
Kokonaispaino
*Kääntymiskulma (vain erottimen ohjain)

Liite 8. Sarjakondensaattorit

Tekninen tieto
Kyllästysnesteen kokonaismäärä
Kyllästysnesteen tyyppi
Kondensaattoriyksiköiden lukumäärä
Pariston kapasitanssi
Pariston virta
Pariston suojaustaso
Pariston myötä/vastareaktanssi
Pariston nollareaktanssi
Pariston kytkentäryhmä
Yksikön tyyppi
Yksikön kapasitanssi
Yksikön jännite
Yksikön virta
Yksikön loisteho
Yksikön paino
Lämpötilaluokka
Pääkipinävälän asetteluarvot

Liite 9. Rinnakkaiskondensaattorit

Tekninen tieto
Kyllästysnesteen kokonaismäärä
Kyllästysnesteen tyyppi
Kondensaattoriyksiköiden lukumäärä
Pariston kapasitanssi
Pariston jännite
Pariston virta
Pariston myötä/vastareaktanssi
Pariston nollareaktanssi
Pariston kytkentäryhmä
Yksikön tyyppi
Yksikön kapasitanssi
Yksikön jännite
Yksikön virta
Yksikön loisteho
Yksikön paino
Lämpötilaluokka

Liite 10. Suojakondensaattorit

Tekninen tieto
Kyllästysnesteen määrä per yksikkö
Kyllästysnesteen tyyppi
Yksikön tyyppi
Yksikön kapasitanssi
Yksikön jännite
Yksikön paino
Lämpötilaluokka

Liite 11. Läpivientieristimet

Tekninen tieto
Nimellisjännite
Nimellisvirta
Kokonaispaino

Liite 12. Rinnakkaisreaktorit

Tekninen tieto
Nimellisjännite
Nimellisteho
Nimellishäviöt
Yksittäisen vaihekelan paino